

Adaptive bit swapping between channels of a discrete multitone system

Patent Number: ☐ GB2303032
Publication date: 1997-02-05
Inventor(s): CHUN YOU-SIK
Applicant(s): SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD (KR)
Requested Patent: ☐ JP9051328
Application Number: GB19960013602 19960628
Priority Number(s): KR19950019065 19950630
IPC Classification: H04L5/06
EC Classification: H04L27/26M1A1A, H04L27/26M5A1
Equivalents: ☐ FR2736229, IL118723, JP2891673B2

Abstract

An adaptive bit swapping method and device are provided. The method includes the steps of (a) initializing (200) the DMT system to transmit the data via the channel in a steady state; (b) selecting (204) a frame (400) having an inserted sync block from a frame structure of the transmitted data; (c) calculating (210) the signal-to-noise ratios (SNRs) of respective sub-channels of the selected frame; (d) calculating (214) a first difference value between the present representative SNRs calculated in step (c) and the previous representative SNRs of each sub-channel; (e) selecting (216) a maximum value and minimum value among the first difference values of the respective sub-channels; (f) obtaining a second difference value being a difference between the maximum value and the minimum value; (g) determining (218) whether the second difference value is equal to or greater than the predetermined threshold value; and (h) correcting (220) bit and power assigning tables of a transmitter and a receiver if the second difference value is greater than or equal to the threshold value. In addition, the bit and power assigning tables can be corrected accurately since bits and power are swapped using an actually measured SNR.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-51328

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|-----------------------|--------|
| H 0 4 L 7/00 27/34 | | | H 0 4 L 7/00 27/00 | A E |

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

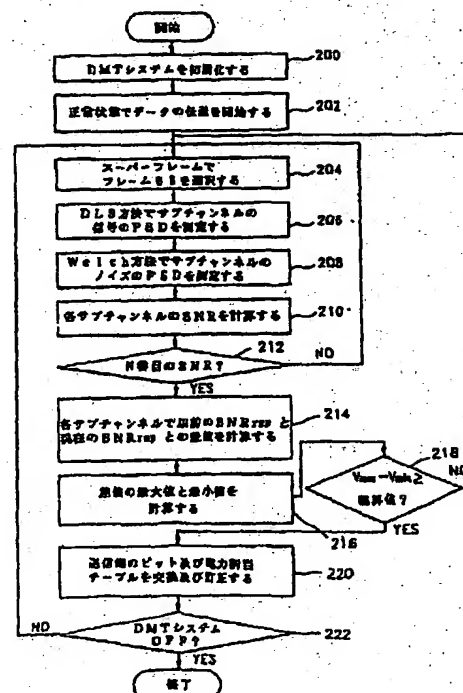
| | | | |
|--------------|-----------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平8-170337 | (71) 出願人 | 390019839 三星電子株式会社 大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416 |
| (22) 出願日 | 平成8年(1996)6月28日 | (72) 発明者 | 千 維植 大韓民国京畿道城南市盆唐區書▲ヒョン▼ 洞92番地示範現代アパート412棟202號 |
| (31) 優先権主張番号 | 1995 19065 | (74) 代理人 | 弁理士 志賀 正武 (外2名) |
| (32) 優先日 | 1995年6月30日 | | |
| (33) 優先権主張国 | 韓国 (K R) | | |

(54) 【発明の名称】 DMTシステムにおける適応型ビット交換方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 DMTシステムにおける適応型ビット交換方法及び装置を提供する。

【解決手段】 (a) チャンネルを通して正常状態でデータを伝送するためにDMTシステムを初期化する段階と、(b) 上記データが伝送されるフレーム構造からシンクブロックが挿入されたフレームを選択する段階と、(c) 上記選択されたフレームの各サブチャンネルの信号対雑音比 (SNR) を計算する段階と、(d) 上記(c) 段階で計算された現在の代表SNR値と各サブチャンネルの以前の代表SNR値との間の第1差値を計算する段階と、(e) 上記各サブチャンネルの第1差値のうち最大値及び最小値を選択する段階と、(f) 上記最大値と最小値との間の第2差値を求める段階と、(g) 上記第2差値が所定の臨界値以上であるか否かを判断する段階と、(h) 上記第2差値が前記所定の臨界値以上であるならば、送信機及び受信機のビット及び電力割当テーブルを訂正する段階とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 チャンネルを通して伝送されるデータをエンコーディング及び変換する送信部と、前記送信されたデータを受信して変換及びデコーディングして元のデータに復元する受信部とから構成されるADSL用のDMTシステムにおいて、

(a) 前記チャンネルを通して正常状態で前記データを伝送するために前記DMTシステムを初期化する段階と、

(b) 前記データが伝送されるフレーム構造からシンクブロックが挿入されたフレームを選択する段階と、

(c) 前記選択されたフレームの各サブチャンネルの信号対雑音比(SNR)を計算する段階と、

(d) 前記(c)段階で計算された現在の代表SNR値と各サブチャンネルの以前の代表SNR値との間の第1差値を計算する段階と、

(e) 前記各サブチャンネルの第1差値のうち、最大値及び最小値を選択する段階と、

(f) 前記最大値と前記最小値との間の第2差値を求める段階と、

(g) 前記第2差値が所定の臨界値以上であるか否かを判断する段階と、

(h) 前記第2差値が前記所定の臨界値以上であるならば、送信機及び受信機のビット及び電力割当テーブルを訂正する段階とを備えることを特徴とするDMTシステムにおける適応型ビット交換方法。

【請求項2】 前記(a)段階は、前記DMTシステムのビット及び電力を初期設定する段階と、

前記DMTシステムの正常状態でデータの伝送を開始する段階とを備えることを特徴とする請求項1記載のDMTシステムにおける適応型ビット交換方法。

【請求項3】 前記(c)段階は、決定最小順列(DLS)方法により各サブチャンネルの信号の電力スペクトル密度(PSD)を測定する段階と、

Welch方法により雑音のPSDを測定する段階と、前記測定された信号のPSD及び前記雑音のPSDから各サブチャンネルの前記SNRを計算する段階とを備えることを特徴とする請求項1記載のDMTシステムにおける適応型ビット交換方法。

【請求項4】 前記適応型ビット交換方法は各サブチャンネルごとに所定の数のSNR値が求められると、各サブチャンネルの代表SNR値を前記SNRを用いて計算し、前記(b)及び(c)段階を所定の回数ほど繰り返すことを特徴とする請求項1記載のDMTシステムにおける適応型ビット交換方法。

【請求項5】 前記(c)段階は、各サブチャンネルごとに前記所定の数のSNRが求められなければ、前記(b)段階に進むことを特徴とする請

求項4記載のDMTシステムにおける適応型ビット交換方法。

【請求項6】 前記(g)段階は、

前記第2差値が前記所定の臨界値以下であるならば、前記(b)段階に進むことを特徴とする請求項1記載のDMTシステムにおける適応型ビット交換方法。

【請求項7】 チャンネルを通して送信するデータをエンコーディング及び変換する送信部を有するADSL用のDMTシステムに含まれ、前記送信されたデータを変換及びデコーディングして元のデータに復元する受信部の機能を有する適応型ビット交換装置において、前記チャンネルを通して受信されたアナログデータ信号をデジタル信号に変換するA/D変換手段と、前記デジタル信号を入力し、ブロック間の干渉を取り除くために用いられる保護帯域を低減するための時間領域等化手段と、

前記時間領域等化手段の出力を入力して前記送信部で変調された前記データ信号を復調するための高速フーリエ変換手段と、

20 前記高速フーリエ変換手段の出力を入力して各サブチャンネルごとに発生する位相エラーを補償するための周波数領域等化手段と、

前記A/D変換手段の出力から前記各サブチャンネルの代表SNRを前記データの伝送されるフレーム構造でシンクブロックが挿入されたフレームを用いて求め、各サブチャンネルの以前の代表SNR値と現在の代表SNR値との第1差値を計算し、前記第1差値の最大値と最小値との間の第2差値と臨界値を比べ、前記比較結果に応じてビット割当テーブルを訂正するために用いられる信号を送信機及び受信機に出力するSNR測定手段と、前記SNR測定手段及び前記周波数領域等化手段の出力を入力しスライス値を再設定してデコーディングするデコーディング手段とを具備することを特徴とするDMTシステムにおける適応型ビット交換装置。

【請求項8】 チャンネルを通して送信するデータをエンコーディング及び変換する送信部を有するADSL用のDMTシステムに含まれ、前記送信されたデータを変換及びデコーディングして元のデータに復元する受信部の機能を有する適応型ビット交換装置において、

40 前記チャンネルを通して受信されたアナログデータ信号をデジタル信号に変換するA/D変換手段と、前記デジタル信号を入力し、ブロック間の干渉を取り除くために用いられる保護帯域を低減するための時間領域等化手段と、

前記時間領域等化手段の出力を入力して前記送信部で変調された前記データ信号を復調するための高速フーリエ変換手段と、

50 前記高速フーリエ変換手段の出力を入力して各サブチャンネルごとに発生する位相エラーを補償するための周波数領域等化手段と、

前記データが伝送されるフレーム構造からシンクブロックの挿入されたフレームを選択し、該選択されたフレームの各サブチャンネルの信号対雑音比 (SNR) を計算し、各サブチャンネルの現在の代表 SNR 値と以前の代表 SNR 値との間の第 1 差値を計算し、前記各サブチャンネルの第 1 差値のうち最大値及び最小値を選択して前記最大値と最小値との間の第 2 差値を求め、前記第 2 差値が所定の臨界値以上であるかを判断し、伝送機及び受信機のビット及び電力割当テーブルを訂正するために用いられる信号を伝送機及び受信機に出力する SNR 測定手段と、

前記 SNR 測定手段及び前記周波数領域等化手段の出力を入力してスライス値を再設定し、該再設定されたスライス値をデコーディングするデコーディング手段とを具備することを特徴とする DMT システムにおける適応型ビット交換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は離散多重トーン (Discrete MultiTone; 以下、DMT という) システムに係り、特にデータ伝送の途中においてチャンネル特性の変化により各サブチャンネルに割り当てられたビットの数及び電力を調節する DMT システムにおける適応型ビット交換方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、DMT システムはデータの伝送チャンネルを効率良くするために多重搬送波を用いる。基本的に多重搬送波の変調においては、入力ビットストリームを表すために幾つかの搬送波変調された波形を重畳させる。多重搬送波の伝送信号は各々の帯域の幅 (4.3125 KHz) が同一であり、その中心周波数が f_i ($i = 1, 2, 3, \dots, M$) である M 個の独立サブ信号またはサブチャンネルの和から構成される。このようなサブ信号は QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 信号である。

【0003】特に、電話線のように伝送路の特性の良くない線路で高速のデータを伝送するとき、DMT システムを用いると 6 Mbps 以上でデータを伝送することができるので、良質のサービスが可能になる。このように多数の搬送波を用いる DMT システムは各サブチャンネルごとに信号対雑音比 (Signal to Noise Ratio; 以下、SNR という) の値に合うビット数及び電力をシステムの初期化過程で割り当てる。

【0004】データの伝送モードでデータストリームを中断せずに変わる各サブチャンネルの SNR に合うビット数及び電力を変えることを“ビット交換” (Bit Swapping) という。これは伝送されるデータのエラー率を低減するために DMT を採用する非同期デジタル加入者線 (Asymmetric Digital Subscriber Line; 以下、ADSL と称する) サービスに用いられる。

【0005】大多数のシステムにおいてチャンネルの特性は時間により徐々に変わる。そして、ADSL ループの周波数応答特性は温度により徐々に変わる。従って、システムを初期化させる過程で決められたチャンネルのモデルも周波数の応答特性に応じて変化させる必要がある。

【0006】サブチャンネルにビットを割り当てる従来の方法を次のように説明する。博士学位論文のためにスタンフォード大学の卒業研究委員会及び電子工学部に

“BANDWIDTH OPTIMIZED DIGITAL TRANSMISSION TECHNIQUES FOR SPECTRALLY SHAPED CHANNELS WITH IMPULSIVE NOISE” という題目の 1993 年 5 月、Ronald R. Hunt と P. S. Chow により提出された論文に記載されたビット割当方法の核心概念によると、受信端のみならず送信端も適応性のあるように動作することができ、その細部内容は次の通りである。

【0007】第一に、正常状態で全てのサブチャンネルの平均自乗エラー (Mean Square Error; 以下、MSE と称する) を観察する。この際、エラー値はスライサ (Slicer) の入力と出力との差である。第二に、最大のエラー値と最小のエラー値との差が所定の臨界値 (一般に 3 dB) 以上であるかを続けて判断し、その差値が臨界値以上であるならば、次の段階に進む。

【0008】第三に、最大のエラー値を有するサブチャンネルに対するビット割当テーブルにある値のビット数から 1 を引き、最小のエラー値を有するサブチャンネルに対するビット割当テーブルにあるビット数には 1 を足す。第四に、最小のエラーは二倍、最大のエラーは 0.5 倍となる。第五に、ビット値が変わった二つのサブチャンネルのスライサのセッティングを調整する。第六に、ビット交換情報を送信側に伝える。

【0009】ADSL 用の DMT システムにおいて初期化過程で測定された SNR によりサブチャンネルの初期のビット数が決められる。しかしながら、上記のビット割当方法を用いると受信端でデータを検査するとき、バーストエラーのようなエラーにより MSE 値が大きくなることがあり、正常状態で周波数領域等化器 (frequency-domain equalizer; 以下、FEQ と称する) エラーが MSE に影響を与えるので、ビットの交換が間違っている場合があり得る。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、実際に測定した SNR を用いて送信部で各サブチャンネルに割り当てられたビットを交換する DMT システムにおける適応型ビット交換方法を提供することを目的とする。本発明の他の目的は上記 DMT システムにおける適応型ビット交換方法を行う装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため

に、本発明によるDMTシステムにおける適応型ビット交換方法は、チャンネルを通して伝送されるデータをエンコーディング及び変換する送信部と、前記送信されたデータを受信して変換及びデコーディングして元のデータに復元する受信部とから構成されるADSL用のDMTシステムにおいて、(a)前記チャンネルを通して正常状態で前記データを伝送するために前記DMTシステムを初期化する段階と、(b)前記データが伝送されるフレーム構造からシンクブロックが挿入されたフレームを選択する段階と、(c)前記選択されたフレームの各サブチャンネルの信号対雑音比(SNR)を計算する段階と、(d)前記(c)段階で計算された現在の代表SNR値と各サブチャンネルの以前の代表SNR値との間の第1差値を計算する段階と、(e)前記各サブチャンネルの第1差値のうち最大値及び最小値を選択する段階と、(f)前記最大値と前記最小値との間の第2差値を求める段階と、(g)前記第2差値が所定の臨界値以上であるかを判断する段階と、(h)前記第2差値が前記所定の臨界値以上であるならば、送信機及び受信機のビット及び電力割当テーブルを訂正する段階とを備えることが望ましい。前記他の目的を達成するために、チャンネルを通して送信するデータをエンコーディング及び変換する送信部を有するADSL用のDMTシステムに含まれ、前記送信されたデータを変換及びデコーディングして元のデータに復元する受信部の機能を有する適応型ビット交換装置は、前記チャンネルを通して受信されたアナログデータ信号をデジタル信号に変換するA/D変換手段と、前記デジタル信号を入力し、ブロック間の干渉を取り除くために用いられる保護帯域を低減するための時間領域等化手段と、前記時間領域等化手段の出力を入力して前記送信部で変調された前記データ信号を復調するための高速フーリエ変換手段と、前記高速フーリエ変換手段の出力を入力して各サブチャンネルごとに発生する位相エラーを補償するための周波数領域等化手段と、前記A/D変換手段の出力から前記各サブチャンネルの代表SNRを前記データの伝送されるフレーム構造でシンクブロックが挿入されたフレームを用いて求め、各サブチャンネルの以前の代表SNR値と現在の代表SNR値との第1差値を計算し、前記第1差値の最大値と最小値との間の第2差値と臨界値を比べ、前記比較結果に応じてビット割当テーブルを訂正するために用いられる信号を送信機及び受信機に出力するSNR測定手段と、前記SNR測定手段及び前記周波数領域等化手段の出力を入力しスライス値を再設定してデコーディングするデコーディング手段とを備えることが望ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。図4に示した従来の基本的なDMTシステムは、エンコーダ10

4、逆高速フーリエ変換器(Inverse Fast Fourier Tra

nsformer; 以下、IFFT)106、及びD/A変換器108から構成される送信部100と、A/D変換器110、高速フーリエ変換器(Fast Fourier Transformer; 以下、FFT)112、及びデコーダ114から構成される受信部102と、伝送線路(伝送チャンネルまたはチャンネル)116とを含む。

【0013】ADSLに用いられるDMTシステムはそれぞれ4KHzの帯域幅を有する265個の別途のチャンネルを通して信号を伝送する。図4に示したDMTシステム送信部100のエンコーダ104は、単にデータ列を入力端子INを通して取り込み(ビットの正確な数はデータ率とオーバーヘッドに依存する)、エンコーディングされた値はIFFT106を通して多数の実数値を有する時間軸のサンプルを作る。D/A変換器108は入力した多数の時間軸のサンプルを電話線を介して伝送に合うアナログ信号に変換し、伝送チャンネル116を通してA/D変換器110にアナログ信号を伝送する。受信機102は送信機100の作動の逆過程を行う。時間回復機能、フィルタ機能、及びチャンネル確認機能を行う三つの要素が受信機102を構成する。

【0014】図2に示した本発明によるDMTシステムにおける適応型ビット交換装置は、A/D変換器300と、時間領域等化器(TEQ:302)と、FFT304と、FEQ306と、デコーダ308と、SNR測定部310とから構成される。

【0015】本発明によるDMTシステムにおける適応型ビット交換方法を示す図1を参照すると、データを伝送するためにDMTシステムの電源をONとするとき、送信部及び受信部のチャンネル状況に鑑みてDMTシステムの初期化を行う(段階200)。初期化段階は活性化&認知、トランシーバトレーニング及びチャンネル分析&交換とに分けられる。本発明では送信部と受信部との間に形成されたチャンネルにある各サブチャンネルのSNRを測定し、これに適するビット数及び電力をSNRに割り当てるので、本発明はチャンネル分析に関連するといえる。DMTシステムの初期化の後、システムが正常状態になると、データの伝送を開始する(段階202)。

【0016】図3は正常状態で伝送される“ADSL標準”で決めるデータのスーパーフレームの構造図であり、瞬間的な割り込みによりデータの損傷が発生したとき、初期化過程を再び経ず、データストリームを復旧するためのシンクシンボル400がフレーム0~68のうちのフレーム68に挿入される。従来はMSEを求めるために図3に示したスーパーフレームのうち、0~68までの全てのフレームを選択するが、本発明では段階202の後、68番目のフレーム400のみを選択する(段階204)。段階204の後、決定最小順列(Deterministic Least Sequence; 以下、DLSという)方法により各サブチャンネルのPSDを測定する(段階20

6)。

【0017】ここで、DLS方法とは、チャンネルを通して送信部から送られた知られた順列値を累積して平均を求める方法である。この方法を用いると、ランダムノイズが取り除かれた状態におけるチャンネル応答を求めることができ、これをFFTすると、各サブチャンネルの信号のPSDを求めることができる。段階206の後、Welch方法により各サブチャンネルのノイズのPSDを測定する(段階208)。その後、測定された信号及び雑音のPSDを用いて各サブチャンネルのSNRを得る(段階210)。即ち、段階210の後、求めたSNRが各サブチャンネルのN番目のSNRであるか否かを判断する(段階212)。

【0018】ここで、Nは所定の数(50~150)である。各サブチャンネルの正確なSNR計算のために知られたパターン68のフレームを複数必要とするので、N個連続するスーパーフレームに対して段階204から段階210を繰り返すべきである。若し、各サブチャンネルの所定の数N個のSNRが求められると、先ずN個のSNRを平均することにより各サブチャンネルの代表SNR(SNR_{rep})を求める。次に、現在に求めたSNR_{rep}と以前に求めたSNR_{rep}との差値(または第1差値)を各サブチャンネルごとに計算する。前述した方法により全てのサブチャンネルの第1差値を求める(段階214)。

【0019】段階214で求めた第1差値のうち、最大値及び最小値を選択する(段階216)。その後、最大値と最小値との差値(または第2差値)を計算し、第2差値が所定の臨界値(約3dB)以上であるか否かを判断する(段階218)。若し、第2差値が所定の臨界値より小さければ、段階204に進み、所定の臨界値以上であるならば、送信機で該当サブチャンネルに割り当てられるビット数及び電力を交換する。即ち、最小値を有するサブチャンネルのビット数を最大値を有するサブチャンネルに割り当てる。

【0020】SNRの差値とSNRの臨界値とを比べる(段階214)。そして、受信端でも正しい決めるように該当パラメータ(ビット及び電極テーブル)を交換しなければならない(段階220)。段階220の後、DMTシステムの電源がOFFであるか否かを判断する(段階222)。上記電源がOFFでなければ段階204に進み、OFFであれば本発明によるビット交換方法を終了する。

【0021】ビット交換は少なくとも一つ以上のスーパーフレームが伝送された後(1フレームの伝送時間は17msec)に一回行われるので、ビット交換のための期間は長くなる。しかしながら、ビット交換のための時間にチャンネルが変わるとしても、例えば、温度などによるチャンネルの変化は極めて遅いため、この方法を用いることができる。

【0022】上述した方法を行う装置を図2に示す。図2を参照すれば、A/D変換器300は入力端子INを介して受信されたアナログ信号を入力してデジタル信号に変換する。A/D変換器300から出力されるデジタル信号はTEQ302に輸入される。TEQ302はDMTシステムの特徴から発生するブロック間の干渉(Interblock Interference; IBI)を取り除くために用いる保護帯域を減らす。このため、有限インパルス応答フィルタ(Finite Impulse Response Filter; FIR)はTEQ302として用いることができる。TEQ302から出力される信号はFFT304に輸入されて送信部の変調に対応する復調を行う。従って、FFT304は図4に示したIFFT106に対応する復調器である。

【0023】FEQ306はFFT304の出力を入力して各サブチャンネルごとに発生する位相エラーを補償するためのフィルタである。一方、図2に示したSNR測定部310はA/D変換器300の出力を入力して図1に示した段階204から段階220を行い、DSP(Digital Signal Processing)プロセッサでソフトウェア的に具現される。SNR測定部310は図1に示した段階218を行った後、出力端子OUTを介して送信部にビット交換のための制御信号を出力し、送信側のビット割当テーブルを修正すると共に計算された各サブチャンネルのSNRはデコーダ308に出力される。

【0024】そして、デコーダ308はフレーム68が入力される場合はSNR測定部310の出力を入力し、フレーム0~67中のいずれかのフレームが入力される場合は、FEQ306の出力を入力してスライサ値を決め、リセットされたスライサ値を復号化して出力端子OUT2を通して出力する。

【0025】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によるDMTシステムにおける適応型ビット交換方法及び装置においては、従来の初期化過程で用いられたSNR測定アルゴリズムにSNR比較のためのアルゴリズムのみを加える。各スーパーフレームからフレーム68のみを選択するので、全てのフレームを用いる従来の複雑なハードウェアの構造を単純化させた。しかも、割り当てられたビットの数及び電力をチャンネルの変化により交換するとき、フレーム68に対する実際に測定したSNR値を用いるので、従来のMSEを用いる方法よりビットの数及び電力を交換するための交換情報をより正確に送信部に伝送することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるDMTシステムにおけるビット交換方法を説明するためのフローチャートである。

【図2】図1に示した方法を行う本発明によるDMTシステムにおける受信部のブロック図である。

50. 【図3】正常状態で伝送される“ADSL標準”により

決められたスーパーフレームの構造を示す図である。

【図4】従来の基本的なDMTシステムのブロック図である。

【符号の説明】

300 A/D変換機 (A/D変換手段)

302 時間領域等化器 (時間領域等化手段)

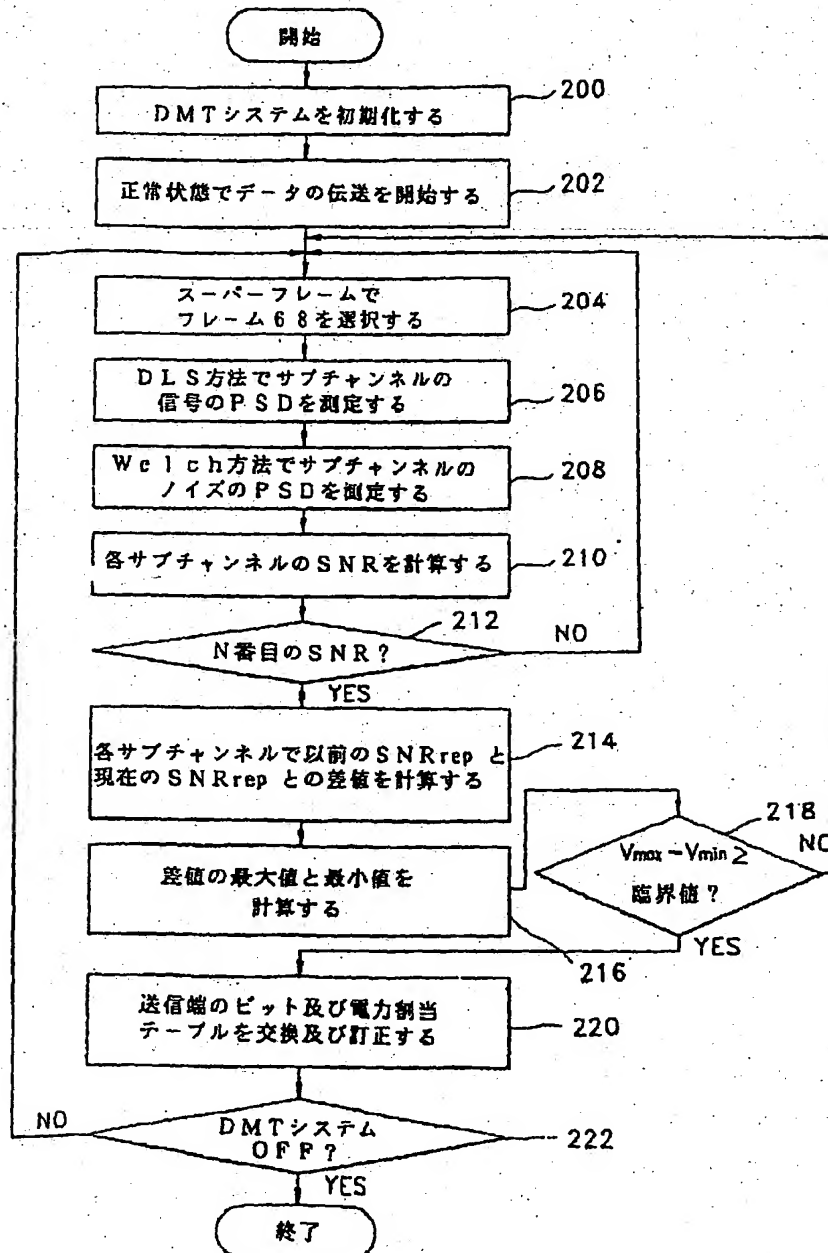
* 304 高速フーリエ変換器 (高速フーリエ変換手段)

306 周波数領域等化器 (周波数領域等化手段)

308 デコーダ (デコーディング手段)

310 SNR測定部 (SNR測定手段)

【図1】



(8)

特開平9-51328

【図4】

